

ESTRUCTURA DE BAJO COSTO PARA PURIFICAR Y CONTENER AGUA DE ALTA CLARIDAD QUE SE UTILIZA PARA FINES RECREATIVOS DE CONTACTO DIRECTO

Esta solicitud reclama el beneficio de la Provisional de los EE. UU. Serie N° 63/306.826 presentada el 4 de febrero de 2022 y cuya solicitud se incorpora aquí por referencia. En la medida apropiada, se hace un reclamo de prioridad a la solicitud descrita anteriormente.

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una estructura física que permite contener agua de alta claridad y eliminar partículas que producen turbiedad y otros contaminantes en grandes cuerpos de agua para fines recreativos de contacto directo a un costo menor que las estructuras de piscinas tradicionales y la tecnología de filtración de piscinas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La construcción de cuerpos de agua utilizados con fines recreativos de contacto directo, como piscinas, generalmente requiere el uso de un sistema de filtración capaz de filtrar el volumen completo de agua de manera homogénea unas cuatro veces al día. Los sistemas de filtración para piscinas de gran volumen y que cubren grandes superficies son muy complejos y caros.

Esta es la razón por la que las piscinas grandes, de unos 3.000 m² como mínimo, se han vuelto menos comunes en todo el mundo, no solo por los altos costos de construcción asociados a la estructura de la piscina en sí y al costo del gran sistema de filtración necesario, sino también por los altos costos operativos relacionados con el tratamiento del agua y los sistemas de filtración para volúmenes de agua tan grandes, entre otras variables.

Por ejemplo, cuando las piscinas alcanzan un cierto tamaño y volumen total de tratamiento, la filtración homogénea de todo su volumen de agua se convierte en una tarea difícil. Aunque teóricamente se pueden utilizar grandes sistemas y equipos de filtración para conseguir las tasas de filtración requeridas para piscinas tan grandes, la realidad es que además de los equipos y sistemas de filtración, la estructura debe comprender una gran cantidad de entradas y salidas convenientemente distribuidas y su correspondiente red de tuberías complejas para

lograr una filtración verdaderamente homogénea y eficiente y evitar “zonas muertas”. Esta red de tuberías altamente compleja con gran cantidad de tuberías, válvulas, entradas y salidas, tiene costos asociados muy altos, además de una importante pérdida de carga dentro de dichas tuberías que provocan pérdida de presión y reducción del flujo de agua, lo que puede afectar la homogeneidad de la dosificación, la circulación y la filtración. Esta pérdida de carga generalmente se revierte con el uso de bombas de alto costo y gran tamaño que tienen un alto consumo de energía.

Además, las entradas tienen un rango limitado de hasta dónde pueden empujar el agua, especialmente porque el agua se extrae del mismo volumen de agua a través de drenajes principales o skimmers, lo que perjudica el efecto de las boquillas y genera corrientes de agua entre las entradas. y las salidas, creando “zonas muertas” que tienen una mezcla o recirculación mínima o nula. Por ello, las normativas a nivel mundial para las piscinas tradicionales exigen el uso de entradas uniformemente distribuidas, con el fin de repartir el agua tratada de forma más homogénea por toda la piscina, así como disponer de salidas uniformemente distribuidas para expulsar el agua y conseguir una eficiente mezcla y recirculación del agua. Para cuerpos de agua más grandes, este efecto de "zona muerta" se amplifica mucho y, por lo tanto, para lograr los mismos niveles de filtración eficiente que una piscina tradicional de tamaño pequeño, sería necesaria una gran cantidad de entradas y salidas distribuidas y espaciadas uniformemente. así como las correspondientes grandes unidades de filtración para lograr una alta tasa de rotación de al menos cuatro veces el volumen total de la piscina por día y grandes bombas y equipos asociados. En este sentido, el diseño y la configuración de dichas entradas y salidas para extraer agua de la estructura y luego devolver el agua filtrada a la estructura dependerán de muchos factores, incluida la ubicación geográfica del cuerpo de agua, las condiciones climáticas, la contaminación local como la arena , limo, partículas en el aire, partículas contenidas en el agua de entrada, patrones de viento, patrones de bañistas y corrientes y flujos generados internamente, entre otros factores.

Por otro lado, si se utiliza una pequeña cantidad de entradas y salidas dentro de la estructura que contiene el gran cuerpo de agua, la eficiencia de filtración disminuye ya que no hay una mezcla y recirculación homogénea del agua, lo que también resulta en “zonas muertas” y áreas con menor movimiento de agua que por lo tanto no se filtran con la misma intensidad

que otras porciones de agua. Por lo tanto, dicho uso de sistemas reducidos en cuerpos de agua más grandes que tienen como objetivo reducir los costos de construcción y operación, no logran la eficiencia de filtración de los sistemas de filtración tradicionales para piscinas más pequeñas y de menor volumen, y a su vez provocan una mala calidad del agua, mayor turbiedad, y condiciones potencialmente peligrosas.

Como referencia, las agencias reguladoras de todo el mundo generalmente exigen que las entradas y salidas estén correctamente distribuidas y colocadas alrededor del volumen de agua y la estructura de la piscina, lo que permite la extracción homogénea y la filtración homogénea del volumen de agua, reduciendo así el riesgo de los llamados “zonas muertas”. Las entradas y salidas deberán tener un diseño adecuado, ubicación y en número suficiente para asegurar la distribución efectiva del agua tratada en todo el volumen de agua de la piscina, así como poder mantener una cantidad efectiva de desinfectante residual en el volumen de la piscina, y de manera que todo el volumen de agua se filtre de forma homogénea varias veces al día, sin crear zonas muertas o áreas de la piscina donde no pueda haber tratamiento o recirculación a través de un sistema de filtración dado el diseño, número o ubicación de dichas entradas y salidas.

Por ejemplo, las regulaciones de piscinas de Florida exigen que las piscinas de más de 9,1 m de ancho (unos nueve metros) y que tengan una combinación de entradas de pared y piso, deben tener:

- Una cantidad de entradas de pared de modo que el espacio máximo entre las entradas de pared sea de 6,1 m y se proporcionen entradas de suelo para el área de agua de la piscina más allá de una distancia perpendicular de 4,6 m desde todas las paredes; y
- Una cantidad de entradas en el piso tal que el espacio entre las entradas adyacentes no exceda los 6,1 m y la distancia desde una entrada en el piso y una pared adyacente no exceda los 7,6 m.

Por tanto, en tal caso, el área total por boquilla es de 20'x20' o 37,160m², lo que significaría que una piscina de 9.290 m² requeriría al menos 250 entradas de fondo, y su respectiva bomba y red de tuberías de alta complejidad.

Como otro ejemplo, en Florida, las regulaciones de piscinas públicas requieren que el flujo de recirculación esté diseñado para proporcionar un mínimo de cuatro renovaciones del volumen de la piscina por día para lograr una filtración homogénea del volumen de agua.

Los sistemas de skimmer en piscinas tradicionales también son costosos y complejos. En cuanto al uso de skimmers/canalones, la normativa de piscinas exige que el 100% del caudal de agua de recirculación pueda ser procesado a través de los skimmers, lo que generalmente requiere la presencia de canalones en todo el perímetro de la piscina, o con la mínima perturbación, a fin de poder distribuir homogéneamente el agua superficial a través de dicho sistema al ser extraída de la piscina para ser enviada al sistema centralizado de filtración. Las regulaciones de Florida incluso requieren que al menos el 90% del perímetro de la piscina tenga canaletas, y skimmers cada 37,160 m² de área de la piscina (para piscinas más pequeñas) para lograr un filtrado homogéneo del volumen de agua. Lo anterior significa que una piscina de 9.290 m² y 365,8 m de perímetro, requeriría una canaleta enorme en al menos el 90% del perímetro, de alrededor de 304,8 m para lograr ese mismo nivel de filtración homogénea.

Estos requisitos normativos y sanitarios conllevan unos costes muy elevados asociados a la estructura para contener y tratar grandes piscinas.

Por lo tanto, se requieren estructuras y configuraciones alternativas, para proporcionar la contención y purificación de cuerpos de agua más grandes para permitir de manera segura el contacto directo con fines recreativos a menores costos de capital y operación, y por lo tanto poder proporcionar grandes cuerpos de agua de alta transparencia a costos inferiores a una piscina convencional.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos en los que los elementos se identifiquen con el mismo numeral de designación:

La figura 1 muestra una vista aérea esquemática de un cuerpo de agua que tiene unas pocas tuberías o entradas de agua de reposición (5) y algunas salidas de renovación o tuberías de descarga (6), lo que genera “zonas muertas” (4) dentro del cuerpo de agua.

La figura 2 muestra una vista esquemática aérea de un cuerpo de agua de acuerdo con una modalidad de la invención, que presenta unos pocos conductos o tomas de agua de reposición

(5) y un gran número de puntos de microfuga (31) distribuidos por la superficie interior del mismo. el cuerpo de agua, lo que minimiza la generación de zonas muertas.

La figura 3A muestra una estructura que incluye una tubería o entrada de agua de reposición (5) y una tubería de salida o descarga de renovación (6), lo que genera una renovación de agua ineficaz. La Fig. 3B muestra una estructura equivalente pero mejorada con un sistema de microrenovación (30) adicional que comprende múltiples puntos de microfuga (31) que permiten proporcionar una renovación de agua más homogénea y generar un flujo de microfuga (32).

La figura 4 muestra una vista lateral esquemática de una piscina convencional (10) que cumple con la normativa de piscinas, y que cuenta con una pluralidad de entradas de fondo (11), drenajes principales (12), skimmers (13) y filtro centralizado (14). .

La figura 5 muestra una modalidad esquemática de la estructura de bajo costo (1) de la presente invención, mostrando el número reducido de entradas de fondo (21), un sistema skimmer reducido de alta frecuencia (41), un filtro reducido (24), y los flujos de agua de microfuga (32) que fluyen a través de los puntos de microfuga (31) del sistema de microrenovación (30). El sistema skimmer de baja frecuencia LFSS (42) no se muestra.

La figura 6 muestra una modalidad esquemática de la estructura de bajo costo (1) de la presente invención, donde la estructura (1) contiene el volumen de agua (2), y la estructura comprende una pluralidad de puntos de microfuga (31) dentro de su superficie interior, que permiten eliminar el agua de la estructura (1) ya que cada punto de microfuga (31) tiene un flujo de agua de punto de microfuga asociado (32) que se elimina de la estructura (1) y hacia el suelo excavado o material de relleno (3). No se muestra el sistema skimmer de baja frecuencia (LFSS).

La Figura 7 muestra una sección ampliada de una modalidad del sistema de microrenovación (30) de la presente invención, donde el material de microfuga (33) es un material de rejilla (34) y se usa en la superficie interna de la estructura. , que permite crear puntos de microfuga (31) para lograr un flujo de microfuga (32) que va siendo removido de la estructura hacia el suelo excavado o material de relleno (3).

La figura 8 muestra una vista superior esquemática aérea de una modalidad de la estructura (1) de la presente invención, así como el sistema skimmer de baja frecuencia LFSS (42) y una tubería de descarga de agua (6).

La figura 9 muestra una vista lateral esquemática de una modalidad del sistema skimmer de baja frecuencia LFSS (42) y la abertura que se encuentra por encima del nivel del agua.

La figura 10 muestra una vista lateral esquemática ampliada de una modalidad del sistema skimmer de baja frecuencia LFSS (42), y las alturas de referencia h1, h2 y h3 que indican la distancia desde el nivel del agua hasta el punto de apertura del vertedero inferior, la altura de la abertura del vertedero y el espesor de la estructura superior del vertedero, respectivamente.

La figura 11 muestra una vista frontal esquemática de una modalidad del LFSS (42), que tiene cuatro estructuras de vertedero (43) que se ubican con aberturas por encima del nivel del agua del volumen de agua (2).

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención proporciona una estructura de bajo costo que comprende un sistema y componentes estructurales que, con un sistema de filtración centralizado reducido y menos costoso, permite contener y purificar el agua a costos más bajos que las piscinas tradicionales, para usos recreativos de contacto directo. La presente invención da a conocer una estructura de bajo costo que tiene una superficie de al menos 3.000 m² y un volumen de agua de al menos 5.000 m³, que está configurada para contener y purificar agua de baja turbiedad (2) menor a 2 NTU, y que es apta para contacto directo con fines recreativos.

Como se usa aquí, el sistema de filtración centralizado reducido se refiere a un sistema que usa menos entradas, salidas, skimmers y/o equipo de filtración que una piscina de diseño y operación convencional y, por lo tanto, no está destinado a lograr el mismo patrón de recirculación y/o tasa de filtración que un sistema de filtración de piscina centralizado de diseño convencional.

Además, como se usa en este documento, una piscina diseñada y operada de manera convencional se refiere a una piscina diseñada y operada de acuerdo con las Regulaciones de piscinas públicas de Florida.

Además, como se usa aquí, una filtración efectiva se refiere a la filtración de un volumen de agua que reduce la formación de cortocircuitos y zonas muertas dentro de un volumen de agua.

Además, como se usa en este documento, la filtración homogénea se refiere a la filtración que resulta de operar una piscina convencional diseñada y operada de acuerdo con las Regulaciones de Piscinas Públicas de Florida.

El sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) de la presente invención se mejora con un sistema de microrenovación (30) y un sistema skimmer de doble frecuencia (40), que comprende un sistema skimmer de alta frecuencia (41) y un sistema skimmer de baja frecuencia (42). Por tanto, la estructura de la presente invención permite contener y purificar agua apta para fines recreativos de contacto directo mejorando dicho sistema de filtración centralizada de bajo costo reducido, donde la estructura de la presente invención comprende al menos cuatro elementos:

- A. Un sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) que tiene menos entradas, salidas, skimmers y tasas de volumen de filtración de agua en comparación con una piscina convencional como se definió anteriormente.
- B. Un sistema de microrenovación de agua permanentemente operativo (30) para que los puntos de microfuga (31) estén distribuidos a lo largo de la superficie interna de la estructura para permitir una eficiente remoción de agua de la estructura (1), y donde el sistema está mejorado por el uso de agua de reposición de alta calidad que se introduce en la estructura para lograr una renovación parcial del agua a través de los puntos de microfuga (32). Este sistema permite mejorar la eficiencia del sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20).
- C. Un sistema skimmer de alta frecuencia HFSS (41) que permite la extracción de agua superficial de la estructura (1), y que tiene un diseño de capacidad reducida en comparación con los sistemas skimmer de piscina convencionales.
- D. Un sistema skimmer de baja frecuencia LFSS (42) que permite la extracción de agua de la parte superior del volumen de agua durante eventos de lluvia o eventos de mayor renovación, entre otros eventos, y que mejora el uso del skimmer de alta frecuencia sistema.

Estos cuatro componentes de la estructura de bajo costo de la presente invención se describirán con más detalle en las siguientes secciones.

A. Sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20)

El sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo como se describe en la presente invención se refiere a un sistema de filtración centralizado que tiene una configuración y capacidad reducidas en comparación con un sistema de filtración centralizado de piscina convencional como se define en las Regulaciones de piscinas públicas de Florida.

El sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo requiere un menor número de entradas (21) y salidas (22) para extraer y devolver el agua desde y hacia la estructura, así como un equipo de filtración más pequeño (24) que permite filtrar un menor volumen de agua frente a un sistema de filtración centralizado de piscina convencional, tal y como se puede observar en la siguiente Tabla:

Parámetro	Sistema Convencional de Filtración Centralizada de Piscinas	Sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo
Número de entradas de fondo	Basado en las regulaciones de piscinas públicas de Florida, que requieren un área total por entrada de aproximadamente 37,160 m ² . Por ejemplo, una piscina de 9.290 m ² requeriría al menos 250 tomas de fondo, y su respectiva bomba y red de tuberías de alta complejidad.	El número de entradas se define como al menos un 30 % menos que el número de entradas requerido en las reglamentaciones de Florida. Usando el mismo ejemplo del cuerpo de agua de 9.290 m ² , la cantidad de entradas requeridas sería de 175 entradas o menos (250 - 250 x 0,3).
Tasa de filtración	Capaz de filtrar todo el volumen de agua contenido en la estructura de la piscina al menos cuatro veces al día de forma homogénea.	Capaz de filtrar efectivamente al menos un 30 % menos de volumen en un período de 24 horas, en comparación con la tasa de filtración requerida para filtrar el volumen total de agua cuatro veces al día, de acuerdo con las regulaciones de piscinas de Florida.
Filtración homogénea	Más homogénea.	Menos homogénea.

En más detalle, el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo de la presente invención comprende:

- I. Una pluralidad de salidas (22) para retirar agua de la estructura.,
- II. un equipo de filtración reducido (23) que está configurado para filtrar dicho caudal de agua extraído a través de las salidas, y
- III. una red de entradas (21) para introducir el agua filtrada de nuevo en la estructura

La pluralidad de salidas (22) para retirar agua de la estructura de la presente invención está configurada para extraer agua de la estructura a un ritmo inferior al volumen de agua de recirculación de una piscina pública de acuerdo con las normas de Florida.

En particular, se requiere que la red de salidas (22) sea capaz de retirar al menos un 30% menos de volumen en un período de 24 horas, en comparación con la tasa de filtración requerida para filtrar homogéneamente el volumen total de agua cuatro veces por día

como en Sistemas de Filtración Centralizada de Piscinas Convencionales. Por ejemplo, una estructura que tenga un volumen de 15 000 m³ necesitaría filtrar todo su volumen de agua al menos cuatro veces al día de acuerdo con las Regulaciones de Piscinas Públicas de Florida, lo que significaría que sería necesario retirar 60 000 m³ de la estructura y enviarlos a el sistema de filtración cada día, dando como resultado un volumen de agua de recirculación/filtración de 2.500 m³/h. Por otro lado, la presente invención requiere extraer y filtrar efectivamente al menos un 30 % menos de volumen dentro de un período de 24 horas que para un sistema de filtración de piscina convencional, lo que significa que la presente invención requeriría extraer y filtrar efectivamente al menos un 30 % menos volumen, correspondiente a un volumen de hasta 42,000 m³ por día ($60,000 \text{ m}^3 - 0.3 \times 60,000 \text{ m}^3 = 60,000 \text{ m}^3 - 18,000 \text{ m}^3$), equivalente a hasta 1,750 m³/h.

De esta manera, el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) es capaz de filtrar efectivamente al menos un 30 % menos de volumen dentro de un período de 24 horas, abarcando todos los valores dentro, incluidos, por ejemplo, aproximadamente un 40 % menos de volumen, aproximadamente un 50 % menos de volumen, alrededor de un 60 % menos de volumen, alrededor de un 70 % menos de volumen, alrededor de un 80 % menos de volumen, alrededor de un 90 % menos de volumen, o menos en comparación con la tasa de filtración requerida para filtrar homogéneamente el volumen total de agua cuatro veces al día.

El sistema de filtración reducida de bajo costo (20) generalmente comprende al menos un equipo de filtración (24) y al menos un equipo de bombeo (25), y está configurado para filtrar el caudal reducido de agua extraído por las salidas (22), como se describió anteriormente. El caudal de agua reducido extraído de la estructura para filtrar efectivamente al menos un 30% menos de volumen en comparación con las tasas de filtración tradicionales de las piscinas públicas en Florida permite reducir significativamente los costos dada la red de tuberías, válvulas, bombas y otros elementos menos complejos. elementos asociados a las salidas.

Además, el número de entradas de fondo de la presente invención se define como al menos un 30% menos que el número de entradas de fondo exigido por las reglamentaciones de Florida. Como se indicó anteriormente, en las Regulaciones de

Piscinas Públicas de Florida, se requiere que las entradas de fondo cubran un área total de aproximadamente 37,160 m² por entrada, donde las entradas de fondo no deben ubicarse a más de 6,1 m entre sí, para permitir una distribución homogénea de agua con aditivos y también para conseguir una filtración eficaz.

Por otra parte, la presente invención requiere al menos un 30 % menos de entradas que el número de entradas de fondo exigidas por las Normas de piscinas de Florida. Por lo tanto, el número de entradas de fondo de la presente invención se define como al menos un 30 % menos que el número de entradas de fondo requerido en las reglamentaciones de Florida y cualquier valor del número de entradas dentro, como 40 % menos, 50 % menos, 60 % menos, 70 % menos, 80 % menos o 90 % menos que la cantidad de entradas de fondo requeridas en las regulaciones de piscinas de Florida. Como ejemplo numérico, si las regulaciones de piscinas públicas en Florida requieren un número total de entradas de fondo de 250, entonces la presente invención puede comprender un número de entradas de fondo de 0 a 175 entradas, incluyendo 170 entradas o 150 entradas, o 125 entradas, o 100 entradas, o 75 entradas, o 50 entradas, o 25 entradas, entre otros números de entradas.

El número mínimo de entradas de fondo (21) de la presente invención dada la superficie de agua mínima de 3000 m², se define como 15 entradas de fondo, que se calcula como:

- Número de entradas de fondo (21) requeridas para una piscina convencional de acuerdo con las normas de piscinas públicas de Florida = 75 entradas de fondo
- Se utilizará al menos un 80 % menos de entradas = $75 - 0,8 \times 75 = 75 - 60 = 15$ entradas de fondo

Como se muestra en la Tabla 1, como referencia, una piscina de aproximadamente 9.290 m² requeriría al menos 250 entradas de fondo a partir de un simple cálculo de dividir la superficie total y la cobertura máxima por entrada ($9.290 \text{ m}^2 / 37,160 \text{ m}^2$), y por lo tanto, para la misma estructura, la presente invención requeriría 175 entradas o menos. En tal caso, cualquier número de entradas dentro de 15 a 175 entradas de fondo estaría en el rango del número de entradas de fondo de la presente invención.

El mínimo número de entradas (21) es necesario para conseguir una mínima distribución que permita a la estructura de bajo costo (1) de la presente invención conseguir un sistema de filtración reducido que se complementa con un sistema de microrenovación de agua.

Es importante señalar que las entradas son solo una parte del problema en los sistemas de piscinas convencionales, ya que las entradas necesitan estar conectadas a las tuberías, tener sus propias estructuras de soporte, incluir válvulas y conectores, y tener su conexión hidráulica a los elementos de bombeo, y por lo tanto la reducción de la cantidad de entradas permite reducir la complejidad y el costo de la red de tuberías y elementos de bombeo asociados.

B. Sistema de Microrenovación de Agua

El sistema de microrenovación de agua (30) es una mejora del sistema de filtración centralizada reducido y de bajo costo (20), que permite proporcionar una renovación de agua generalmente permanente y más homogénea del volumen de agua contenido dentro de la estructura (1) resultante de la microfuga de agua que pasan a través de la superficie interna de la estructura.

Cuando se usa un sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) que tiene menos entradas que los sistemas de filtración centralizados convencionales de piscinas, como en la presente invención, dicha filtración centralizada reducida no sería tan efectiva como una piscina de diseño convencional que requiere y utiliza un gran número de entradas para proporcionar una filtración homogénea del volumen de agua. Por lo tanto, dicho sistema debe mejorarse con un sistema de renovación de agua para permitir aún una filtración efectiva del volumen de agua. Sin embargo, si la filtración centralizada de bajo costo reducido se complementa, por ejemplo, con un sistema de renovación que tenga solo unas pocas tuberías o entradas de agua de reposición (5) y unas pocas salidas de renovación o tuberías de descarga (6), la renovación de agua sería muy ineficiente y crearía zonas muertas masivas como se ve en la vista en perspectiva aérea de un volumen de agua en la **Figura 1**.

Por otro lado, el innovador sistema de microrenovación de agua de la presente invención comprende unas entradas de fondo (21) y múltiples puntos de microfuga (31) que permiten generar una renovación más homogénea y permanente del agua de la estructura.

Esta renovación de agua más homogénea permite una renovación de agua altamente eficiente sin crear zonas muertas masivas, como se puede ver en la Figura 2, que muestra una vista en perspectiva aérea de un volumen de agua que tiene unas pocas entradas (21) y una pluralidad de puntos de microfuga (31) que permiten conseguir una renovación homogénea.

Una comparación similar se muestra en la Figura 3, donde la Figura 3A muestra una vista lateral de una estructura que tiene solo una tubería o entrada de agua de reposición (5) y una salida de renovación o tubería de descarga (6), en comparación con la Figura 3B que muestra una modalidad que tiene múltiples puntos de microfuga (31).

Por lo tanto, es importante mejorar el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20), con un sistema de microrenovación (30) que tiene una pluralidad de puntos de microfuga (31), que tienen como objetivo proporcionar una renovación de agua más homogénea que mejora el efecto del sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20).

La microfuga se refiere a la fuga de pequeños flujos de agua a través de la superficie interna de la estructura que contiene el cuerpo de agua, lo que puede lograrse mediante el uso de sistemas y/o materiales que crean una pluralidad de puntos de microfuga (31) distribuidos a lo largo de la superficie interna de la estructura, denominados en este documento como elementos de microfuga.

El punto de microfuga (31) se refiere a un área dentro de la superficie interna del cuerpo de agua donde existe una conexión hidráulica entre el volumen de agua contenido en la estructura y el suelo o material de relleno debajo de la estructura. Preferentemente, los puntos de microfuga (31) están situados en toda la superficie interior de la estructura que está en contacto con el suelo excavado (3). En otra modalidad, los puntos de microfuga (31) están situados en toda la superficie interior de la estructura que está en contacto con el material de relleno.

En la presente invención, el volumen de agua eliminado de la estructura a través de microfuga es preferentemente menor que el volumen de agua filtrada por el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20).

Como referencia, y en determinadas modalidades, se estima que el caudal de agua de microfuga retirada de la estructura es al menos un 30% menor, en comparación con el volumen de agua filtrada por el sistema de filtración centralizado de bajo costo reducido (20), en el que el volumen de agua de microfuga se elimina de la estructura a través de los puntos de microfuga (31).

Es importante que el suelo o material de relleno (3) debajo de la estructura tenga un coeficiente de permeabilidad suficiente para que no haya una acumulación sustancial de agua debajo de la estructura que pueda afectar la integridad de la estructura, dado que dicho suelo o material de relleno (3) puede recibir agua continuamente desde los puntos de microfuga (31). El suelo debajo de la estructura puede tener diferentes tipos de permeabilidad, que se pueden separar en:

- Permeabilidad Baja: Suelos con una conductividad hidráulica inferior a 1×10^{-7} cm/s
- Permeabilidad Media: Suelos con conductividad hidráulica entre 1×10^{-3} y 1×10^{-7} cm/s
- Permeabilidad Alta: Suelos con conductividad hidráulica superior a 1×10^{-3} cm/s

El suelo debajo de la estructura y el tipo de solución utilizada debajo del elemento de microfuga están configurados para permitir el paso del agua sin generar una acumulación sustancial de agua directamente debajo del elemento de microfuga, lo que puede causar un impacto estructural y/o estético a la estructura.

Los puntos de microfuga (31) pueden ser creados por el uso de materiales y/o sistemas de microfuga (33) que, por su uso, instalación o colocación dentro de la superficie interna del cuerpo de agua, no sean 100% estancos o crear hendiduras o aberturas dentro de la superficie interior, y por lo tanto generar una pluralidad de puntos que generan microfuga, denominados aquí como puntos de microfuga (31).

En una modalidad de la invención, los puntos de microfuga (31) pueden crearse mediante el uso de elementos de malla o rejilla y un conjunto de válvulas para lograr una microfuga uniforme desde la superficie interior de la estructura.

Los materiales y sistemas de microfuga (33) comprenden materiales con configuraciones de rejilla, que se utilizan para la contención de agua en la estructura y para permitir el paso de agua. Los materiales de microfuga pueden incluir un material de rejilla (34), el uso de geotextiles tejidos, materiales de malla, materiales de tela, materiales textiles, materiales plásticos, materiales termoplásticos, membranas o combinaciones de los mismos. Los materiales de microfuga (33) crean puntos y pueden enrollarse, unirse, tejerse, termosellarse, termosellarse por inducción, torcerse o anudarse de manera que haya intersecciones, que crean una pluralidad de puntos de microfuga dentro de tales materiales. Como alternativa adicional, los materiales de microfuga (33) comprenden el uso de materiales que incluyen grietas, puntos de soldadura o juntas a través de las cuales se generan las fugas, o materiales que tienen perforaciones.

El sistema de microrenovación (30) de la invención permite mejorar el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20), ya que crea una renovación de agua a menor escala, pero uniformemente distribuida por toda la superficie interior de la estructura, facilitando así una renovación más homogénea. El sistema de microrenovación (30) es más eficiente que la renovación tradicional de agua con solo un pequeño número de puntos de descarga y entradas de agua de reposición que crearían canales y zonas muertas (como se ve en la Figura 1). Este sistema de microrenovación (30) que mejora el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) crea un sistema de filtración eficiente de bajo costo que permite la purificación del agua a costos de capital y operativos mucho más bajos que los sistemas de piscinas tradicionales.

Los puntos de microfuga (31) permiten generar un flujo de agua a través de dichos puntos, el cual es retirado de la estructura. En una modalidad de la invención, el flujo de agua de microfuga es de 0,1 a 0,5 litros por segundo por hectárea de superficie interior de la estructura expuesta al volumen de agua.

Los puntos de microfuga (31) deben limpiarse periódicamente con un dispositivo de limpieza para que no se tapen u obstruyan de forma que impidan que se cree un flujo de agua de microfuga. Se debe comprobar que no se obstruyan dichos puntos de microfuga (31) y se debe realizar una limpieza periódica de dichos puntos de microfuga para evitar que perjudiquen su capacidad de microfuga.

Los puntos de microfuga (31) pueden desobstruirse mediante la eliminación de los sedimentos que obstruyen de forma manual o automática, mediante sistemas de limpieza por cepillado, mediante el uso de dispositivos basados en vacío que succionen los sedimentos y partículas potencialmente obstruyentes de los puntos de microfuga y sus superficie, entre otros. La limpieza de los puntos de microfuga evita que se tapen y/u obstruyan.

El sistema de microrenovación (30) permite mejorar el efecto del sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) facilitando así una renovación más homogénea. Por ejemplo, como se puede ver en la Figura 4, un sistema de filtración centralizado de piscina convencional toma agua de los skimmers de piscina (13) y a través de los drenajes principales (12), envía dicha agua a un filtro centralizado (14), y luego regresa el agua filtrada a través de un gran número de tomas (11) calculadas y distribuidas de acuerdo con normativa, con el fin de conseguir tasas de filtración de la piscina. Ahora bien, como se puede apreciar en la figura 5, se presenta un sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo de la presente invención, el cual cuenta con un menor número de entradas (21) y cuenta con un equipo de filtración (24) más pequeño, que una piscina convencional, siendo mejorado dicho sistema por el sistema de microrenovación que comprende una pluralidad de puntos de microfuga (31) a lo largo de la superficie interior de la estructura, y que permiten proporcionar un flujo de agua de microfuga (32) a través de dichos puntos.

C. Uso de un sistema skimmer reducido de alta frecuencia (HFSS)

A pesar de que el sistema de microrenovación (30) permite mejorar la depuración del agua debido a una mayor renovación del agua en comparación con el uso de un sistema de filtración centralizado reducido únicamente, dicho sistema de microrenovación (30) no tiene como objetivo la depuración o el tratamiento de la porción de agua más cercana a la estructura del cuerpo de agua superficial, que es una parte importante de las instalaciones recreativas de contacto directo.

Como se ha explicado anteriormente, las piscinas tradicionales requieren el uso de sistemas de skimmer generalmente costosos y complejos, ya que, generalmente, la normativa de piscinas exige que el 100% del caudal de agua de recirculación de una

piscina definido tradicionalmente pueda ser procesado a través de los skimmers. Por tanto, el sistema skimmer de las piscinas tradicionales requiere de un gran número de skimmers o canalones que rodeen casi todo el perímetro de la piscina, con el fin de conseguir una correcta recirculación y desnatado del volumen de agua superficial de la piscina para enviar dicha agua al sistema de filtración centralizada.

Por otro lado, la presente invención utiliza un sistema skimmer reducido de alta frecuencia HFSS (41) que permite la remoción de agua de la superficie del volumen (2) contenido dentro de la estructura (1) (incluyendo la capa superior del volumen de agua en contacto con el skimmer), donde dicho HFSS (41) tiene una configuración reducida en comparación con un sistema skimmer de piscina convencional como se describe en la siguiente sección.

Generalmente, un sistema skimmer de piscina convencional tiene que diseñarse y configurarse para extraer todo el flujo de agua de recirculación/filtración de la piscina y poder enviar dicho flujo a un sistema de filtración. El sistema skimmer tiene que estar diseñado y calculado para manejar el caudal total de agua que necesita ser filtrada de una piscina convencional, que resulta de filtrar el volumen total de agua al menos cuatro veces al día.

Por otro lado, el sistema skimmer reducido de alta frecuencia (HFSS) de la presente invención utiliza un diseño reducido, en el que los skimmers están posicionados y configurados para retirar al menos un 30 % menos de volumen en un período de 24 horas, en comparación con el caudal de extracción necesario para filtrar homogéneamente el volumen total de agua cuatro veces al día como en los Sistemas de Filtración Centralizada de Piscinas Convencionales.

El sistema skimmer reducido de alta frecuencia (HFSS) puede colocarse y configurarse para retirar dicho volumen al menos un 30 % menos en un plazo de 24 horas. y abarca todos los valores incluidos, por ejemplo, al menos un 40 % menos, al menos un 50 % menos, al menos un 60 % menos, al menos un 70 % menos, al menos un 80 % menos o al menos un 90 % menos de volumen dentro de 24 h. en comparación con el caudal de extracción necesario para filtrar homogéneamente todo el volumen de agua cuatro veces al día como en los Sistemas de Filtración Centralizada de Piscinas Convencionales.

Por ejemplo, una estructura que tenga un volumen de 15 000 m³ necesitaría filtrar todo su volumen de agua al menos 4 veces al día según las Regulaciones de Piscinas Públicas de Florida, lo que significaría que sería necesario retirar 60 000 m³ de la estructura y enviarlos a el sistema de filtración cada día, dando como resultado un volumen de agua de recirculación/filtración de 2.500 m³/h. Por lo tanto, tal estructura requeriría un sistema skimmer que sea capaz de extraer el 100% de dicho flujo de agua solo a través de los skimmers ubicados en el perímetro de la estructura.

Por otro lado, la presente invención requiere que el HFSS (41) esté configurado para poder extraer al menos un 30 % menos de volumen en un período de 24 horas en comparación con un sistema de piscina convencional y, por lo tanto, la presente invención requeriría tener un HFSS (41) configurado y capaz de extraer hasta 1.750 m³/h de agua a través de los skimmers. Esto, a su vez, permite que el número y la configuración de los skimmers requeridos para retirar ese flujo de agua reducido de la estructura permita reducir significativamente los costos, dada la red de tuberías menos compleja y otras asociadas con el sistema skimmer.

El HFFS (41) envía el agua extraída al sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20), para tratar y/o filtrar dicha agua antes de devolverla a la estructura. Como se describe en la siguiente tabla, el HFSS utiliza un sistema skimmer reducido en comparación con los sistemas de skimmer convencionales para piscinas basadas en los requisitos reglamentarios:

Parámetro	Sistema de Filtración Centralizada de Piscinas Convencionales	Sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20)
Capacidad del sistema Skimmer	Con base en las regulaciones de piscinas de Florida, que requieren que el 100 % del flujo de agua de recirculación se pueda procesar a través de los skimmers, lo que generalmente requiere el uso de canaletas a lo largo de todo el perímetro de la piscina (o al menos el 90 % de la piscina), o con una interrupción mínima.	El sistema skimmer reducido de alta frecuencia (41) requiere retirar al menos un 30 % menos de volumen en un plazo de 24 horas. período, en comparación con la tasa de extracción requerida para filtrar homogéneamente el volumen total de agua cuatro veces al día como en los sistemas de filtración centralizada de piscinas convencionales

D. Uso de un sistema skimmer de baja frecuencia (LFSS)

La presente invención también comprende un sistema skimmer de baja frecuencia LFSS (42) que remueve agua de la superficie y/o parte superior del cuerpo de agua en situaciones planificadas o específicas y con menor frecuencia que el HFSS, como se muestra en las Figuras 8, 9 y 10. El LFSS opera preferentemente durante eventos de lluvia donde un mayor volumen de agua ingresa a la estructura y, por lo tanto, el sistema skimmer de baja frecuencia (42) se usa para proporcionar una mayor renovación a través de esta adición de agua de lluvia al sistema, lo que ayuda a mejorar el efecto del sistema skimmer reducido de alta frecuencia. El sistema skimmer de baja frecuencia (42) es capaz de remover agua del cuerpo de agua durante situaciones específicas tales como eventos de aguas pluviales, o durante determinados eventos de aumento de renovación, como se describe en los siguientes párrafos.

El uso del sistema skimmer de baja frecuencia (42) permite proporcionar una fuente adicional de renovación de agua desde la superficie del agua o la capa superior de la superficie del agua, que generalmente no se ve afectada o se ve mínimamente afectada por la microrenovación del agua. En ese sentido, el LFSS (42) también ayuda a mejorar el uso del sistema skimmer reducido de alta frecuencia (41), al proporcionar una mayor renovación de agua a través de la remoción de agua ubicada en la parte superior del cuerpo de agua durante ciertos eventos de periodos de tiempo.

El sistema skimmer de baja frecuencia (42) se usa generalmente durante eventos de aguas pluviales o lluvias que hacen que el nivel del agua del cuerpo de agua se eleve a niveles predeterminados donde se debe descargar el agua. Además, el sistema skimmer de baja frecuencia (42) también se puede usar durante eventos de alta renovación donde los flujos de agua de reposición más grandes ingresan a la estructura de agua para lograr una tasa de renovación más alta, donde los skimmers de baja frecuencia operan removiendo el agua de la estructura, lo que permite crear un ciclo “abierto” donde el agua de reposición se introduce en la estructura y el agua que se encuentra en la superficie es removida de la estructura.

Es importante resaltar que el sistema skimmer de baja frecuencia (42) no es un simple desbordamiento de la estructura hacia su entorno, lo que ocurriría naturalmente durante un evento de aguas pluviales si el agua siguiera cayendo en la estructura de tal manera que el volumen de agua que ingresa a la estructura supera el volumen de francobordo y no se utilizan otros medios para retirarlo de la estructura. La presente invención requiere que existan corrientes que mezclen y muevan el volumen de agua en la capa superior del volumen de agua, con el fin de lograr una renovación eficiente de la capa superior del cuerpo de agua, y por lo tanto un simple desbordamiento hacia los alrededores de la estructura puede no lograr tal propósito.

Como se usa aquí, el volumen de francobordo es el volumen de agua que la estructura podría contener además de su volumen de agua de diseño. El volumen francobordo puede cambiar dependiendo del nivel del agua y su variación en el tiempo. La presente invención requiere un volumen de francobordo mínimo, de modo que la distancia de francobordo mínima entre el nivel del agua y la estructura de contención más superior del volumen de agua sea de al menos 5 cm.

El uso del sistema skimmer de baja frecuencia (42) mejora el efecto del sistema skimmer reducido de alta frecuencia (41), con el fin de eliminar el volumen de agua de la parte superior de la estructura, que comprende la superficie superior del agua, y permite eliminar el agua superficial de acuerdo con sea necesario.

El sistema skimmer de baja frecuencia (42) de la presente invención puede no estar conectado hidráulicamente al sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo, sino que el agua extraída a través del sistema skimmer de baja frecuencia puede ser removida de la estructura. Dicha agua eliminada a través del sistema skimmer de baja frecuencia (42) se desecha preferentemente, en contraste con el sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo que devuelve el agua filtrada a la estructura. Sin embargo, dicha agua también se puede utilizar para fines de riego, infiltración u otros fines, incluido el uso de dicha agua para filtración y tratamiento antes de su uso con fines recreativos, entre otros.

El sistema skimmer de baja frecuencia (42) puede tener una configuración de vertedero perimetral, una estructura de desbordamiento, una estructura de apertura perimetral

ubicada en al menos una parte del perímetro de la estructura, o una combinación de las mismas. En general, la configuración del LFSS (42) se diseña en función de los datos de precipitación y las curvas IDF (curvas de intensidad, duración y frecuencia) para el lugar específico donde se ubica la estructura y las características del suelo debajo de la estructura del cuerpo de agua. Las características del suelo debajo de la estructura se determinan a partir de un estudio geotécnico que determina la capacidad de infiltración y filtración de agua en el suelo. Además, se debe tener en cuenta el coeficiente de escorrentía, el cálculo del agua que cae directamente sobre la superficie de la estructura de agua (recepción directa de agua). También se pueden utilizar otras variables y métodos de cálculo para determinar los parámetros y configuraciones del LFSS (42). Con esas variables, se determina al menos una curva de almacenamiento (SC), que indica la cantidad de agua que la estructura puede retener y las tasas de retención de esa agua y de extracción de dicha agua de la estructura. Con base en la experiencia y en la evaluación de las tasas de eliminación de la estructura, el LFSS es diseñado en general para poder eliminar un flujo de agua de la estructura.

En una modalidad de la invención, el LFSS (42) incluye una estructura de vertedero (43) como se ve en la Figura 11, que incluye una estructura de vertedero (43) en una longitud (L) que es lo suficientemente ancha para permitir la extracción de agua en una tasa que permite evitar el sobrellenado de la estructura con agua. Esto significa que la longitud del LFSS (42) debe ser lo suficientemente amplia para permitir que la curva de almacenamiento de agua en la estructura nunca supere la altura del francobordo o la altura del muro. La longitud del vertedero generalmente se determina utilizando el método nivelado. En tal caso, una modalidad esquemática se muestra en la Figura 9 y la Figura 10, muestran una estructura de vertedero (43) que contiene "n" aberturas, cada una con una longitud de "b" y una altura "h2". Estas aberturas están ubicadas a una altura "h1" de la superficie de agua de diseño promedio. Una vez que el agua pasa por la distancia h1, el LFSS comenzará su operación y eliminará el agua de la estructura.

En una modalidad preferida de la invención, el LFSS comprende al menos una estructura de vertedero (43), cuyo objetivo es poder eliminar el agua de la estructura. En otra modalidad de la invención, la estructura de vertedero (43) comprende al menos dos aberturas por motivos de seguridad y descarga. En tal caso, la estructura de vertedero

generalmente se ubica dentro de una pared perimetral de la estructura para que las aberturas se puedan ver y limpiar fácilmente, si es necesario.

El sistema skimmer de baja frecuencia (42) está diseñado para lograr una descarga de agua durante determinados eventos, con el fin de mejorar la eficiencia del sistema skimmer reducido de alta frecuencia (41), donde se define una tasa de operación de skimmer como la relación de horario operativo del HFSS al horario operativo del LFSS dentro de un período de 30 días.

$$Tasa\ de\ operación\ de\ skimmer\ (SOR) = \frac{Horas\ de\ Operación\ de\ HFSS}{HHoras\ de\ Operación\ de\ LFSS} \geq 10$$

La tasa de operación del skimmer (SOR) es entonces un número que resulta de la división del número de horas operativas del HFSS entre el número de horas operativas del LFSS dentro de un período de 30 días, y puede calcularse a partir del número promedio de horas que opera cada sistema skimmer. El SOR se define como al menos 30, lo que significa que el HFSS opera al menos 10 veces más que el LFSS.

Por ejemplo, si dentro de un período de tiempo de 30 días, el LFSS operó 7 horas, entonces se requiere que el HFSS opere al menos 70 horas durante el período de tiempo de 30 días.

En caso de que el número de horas de operación del LFSS sea 0 durante un período de 30 días, entonces se requiere que las horas de operación del HFSS sean al menos 180.

Mayor adición de agua de reposición

El uso de un sistema de microrenovación requiere una mayor adición de agua de reposición en la estructura para mantener el nivel del agua en la estructura dentro de un rango de diseño predeterminado. En este sentido, el caudal de agua de reposición debe ser superior al caudal de agua de evaporación natural del agua contenida en la estructura, tal como se describe en la siguiente ecuación:

$$Flujo\ de\ reposición \geq Flujo\ de\ evaporación + Flujo\ de\ Micro - Renovación$$

Donde el flujo de agua de reposición se expresa en m³/h y es al menos igual o superior a la suma de los flujos de agua de:

- Flujo de evaporación = Flujo de agua de evaporación natural promedio del volumen de agua dentro de la estructura, medido en m^3/h
- Flujo de Microrenovación = Flujo promedio de agua que se extrae de la estructura a través del sistema de microrenovación de la estructura, en el que dicho flujo de agua se pierde de la estructura a través de una pluralidad de puntos de microfuga, y medido en m^3/h

Por lo tanto, la estructura de bajo costo incluye un sistema de reposición de agua, que junto con el resto de los elementos del sistema, permite contener y purificar el agua para lograr un gran cuerpo de agua recreativa de contacto directo y alta claridad, donde la estructura tiene un menor costo y una configuración menos compleja que un sistema de piscina convencional, dado principalmente por el menor número de tomas utilizadas en toda la estructura, así como una red de tuberías y equipos y elementos asociados más pequeños. Es importante señalar que las entradas asociadas con la estructura de bajo costo de la presente invención pueden comprender cualquier tipo de entradas que estén configuradas para introducir agua en la estructura, que pueden comprender entradas de fondo, entradas de agua de reposición, entradas de renovación, tomas de pared, entre otros. Además, se puede usar la misma entrada para introducir agua de reposición y para introducir agua (que se puede mezclar con productos químicos) en la estructura para proporcionar una configuración eficiente de entradas.

La estructura de bajo costo de la invención comprende un sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo (20) que se mejora con un sistema de microrenovación de agua (30) y un sistema skimmer de alta frecuencia (41) y baja frecuencia (42) , con el fin de lograr una alta calidad del agua.

El uso de la estructura de bajo costo de la presente invención permite obtener agua de alta calidad que es apta para fines recreativos de contacto directo, incluyendo agua con una claridad inferior a 2 NTU.

Como se usa a través de la solicitud actual, la estructura de bajo costo (1) de la presente invención se refiere a estructuras que pueden no comprender una cubierta completa de concreto que cubra la superficie interna completa de la estructura, como se usa generalmente en piscinas convencionales.

Además, la estructura de bajo costo de la presente invención pretende aplicarse en aguas relativamente tranquilas que tienen corrientes internas naturales y se mezclan como resultado del sistema de filtración centralizado de bajo costo, pero no está dirigida a cuerpos de agua con una tasa de mezcla muy alta y variación de niveles de agua como piscinas de surf o piscinas de olas que incluyen el uso de equipos de generación de olas artificiales.

En mayor detalle, la estructura de bajo costo (1) de la presente invención comprende elementos y configuraciones que tienen como objetivo proporcionar un entorno seguro para nadar, incluido el uso de un acceso inclinado a la estructura y el uso de áreas de playa de arena hechas por el hombre, en los alrededores de la estructura. En una modalidad preferida de la invención, el uso de áreas de playa de arena es contiguo a al menos un acceso en pendiente a la estructura.

Se ha estimado que el sistema de la presente invención puede ser entre un 20% y un 80% menos costoso que una piscina convencional diseñada bajo las normas de piscinas públicas de Florida, teniendo además hasta un 80% menos de costos operativos asociados a la energía utilizada para el sistema de filtración de una piscina tradicional.

Tabla 1: Números de Referencia de las Figuras

Número de referencia	Elemento
1	Estructura de bajo costo
2	Agua de baja turbiedad
3	Suelo excavado o material de relleno
4	Zonas Muertas
5	Entradas de agua de reposición
6	Tomas de renovación o tuberías de descarga
10	Piscina Convencional
11	Entradas de piscina
12	Drenajes Principales
13	Skimmers
14	Filtro centralizado
20	Sistema de filtración centralizado reducido de bajo costo
21	Entradas de fondo
22	Salidas
23	Sistema de filtración reducido
24	Equipos de filtración
25	Equipos de bombeo
30	Sistema de microrenovación
31	Puntos de microfuga
32	Flujos de microfuga
33	Materiales de microfuga
34	Material de rejilla
40	Sistema skimmer de doble frecuencia
41	Sistema skimmer reducido de alta frecuencia HFSS
42	Sistema skimmer de baja frecuencia LFSS
43	Estructura de vertedero